

[54] Title of the Invention: Thin film piezoelectric  
oscillator

[11] Japanese Patent Laid-Open No.: S58-137318

[43] Opened : August 15, 1983

[21] Application No.: S57-19922

[22] Filing Date : February 10, 1982

[72] Inventor : Takeshi Inoue, et al.

[71] Applicant : Nippon Electric Co., Ltd.

[51] Int. Cl. : H03H 9/17, 3/02, 9/13

[What is claimed is]

1. A thin film piezoelectric oscillator characterized by forming a thin film of semiconductor or insulator, a floating partial electrode, and a piezoelectric thin film sequentially on a substrate in thickness direction, forming two partial electrodes at positions corresponding to the floating partial electrode by way of the piezoelectric thin film, drawing out electric terminals from the two partial electrodes, and removing the portion corresponding to the floating partial electrode in the substrate.

[Brief Description of the Drawings]

Fig. 1 is a diagram showing a structure of a conventional thin film piezoelectric oscillator, in which (a) is a plan view and (b) is a sectional view.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Fig. 2 is a diagram showing a structure of a thin film piezoelectric oscillator of the invention, in which (a) is a plan view and (b) is a sectional view.

Fig. 3 is a sectional view showing a structure of forming an insulating thin film on the surface of the thin film piezoelectric oscillator of the invention shown in Fig. 2.

[Reference Numerals]

- 11, 21 Substrate
- 12, 22 Hole provided in substrate
- 13 Thin film of semiconductor or insulator or metal
- 14, 24 Piezoelectric thin film
- 15,16, 25,26, 27 Electrode
- 23 Thin film of semiconductor or insulator
- 41 Insulating thin film

THIS PAGE BLANK (USTC)

⑩ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭58—137318

⑬ Int. Cl.<sup>3</sup>

H 03 H 9/17  
3/02  
9/13

識別記号

庁内整理番号

7190—5 J  
7190—5 J  
6125—5 J

⑭ 公開 昭和58年(1983) 8月15日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 4 頁)

⑮ 薄膜圧電振動子

⑯ 特 願 昭57—19922

⑰ 出 願 昭57(1982) 2月10日

⑱ 発 明 者 井上武志

東京都港区芝五丁目33番1号日  
本電気株式会社内

⑲ 発 明 者 宮坂洋一

東京都港区芝五丁目33番1号日  
本電気株式会社内

⑳ 出 願 人 日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目33番1号

㉑ 代 理 人 弁理士 内原晋

明 細 書

発明の名称 薄膜圧電振動子

特許請求の範囲

基板上の厚み方向に半導体あるいは絶縁体の薄膜、浮遊部分電極、圧電薄膜の順で形成され、また該圧電薄膜を介して浮遊部分電極に対応する位置に2つの部分電極が形成され、これら2つの部分電極からそれぞれ電気端子が引き出されており、さらに前記基板中の浮遊部分電極に対応する部分が除去されている構造を特徴とする薄膜圧電振動子。

発明の詳細な説明

本発明は100MHz以上の高周波発振子などに基本モードで使用できる、圧電薄膜を利用した厚み振動子に関するものである。

一般にVHF帯のような高周波帯で使用される圧電振動子には、振動モードとして板面が厚みに対

して十分広い薄板の厚み振動が使用されている。

厚み振動の共振周波数は厚みに反比例するので高い周波数で使用するためには、厚みを薄くしなければならない。しかし水晶振動子や圧電セラミックス振動子の場合、周波数を上げるために平行平面研磨により板厚を薄くする方法がとられているが、板厚が40μm以下になると機械加工が困難となる。従って40μmという板厚から製造可能な振動子の周波数の上限は50MHz程度である。

これに対し、奇数次の高調波を用いれば同じ厚みで基本波の3倍、5倍等の奇数倍の共振周波数が得られ、これはオーバーートン振動子として発振器などに使用されている。しかし、第n次の高調波を用いた場合の容量比は基本波の容量比rのn<sup>2</sup>倍となり、このとき共振周波数と反共振周波数の間隔と共振周波数との比はほぼ1/2r n<sup>2</sup>となる。したがって高調波を使ったのでは容量比の増大のため、フィルタの比帯域幅、発振器の制御範囲が狭くなりすぎて実用に供しないことが多くなる。

上記のような振動子の欠点を解消して高周波帯で容量比の小さな圧電振動子を得る方法として、基板上に圧電薄膜を形成し、その後基板をエッチングした構造がある。すなわちシリコン、水晶などの基板上に、シリコン、酸化物、窒化物、金属などの薄膜と圧電薄膜とをスパッタ、蒸着、CVD法等により層状に作製し、振動子として使用する部分に相当する基板の部分をエッチングによって除去することにより、振動部分はシリコン、酸化物、窒化物、金属などの薄膜と電極及び圧電薄膜からなり、振動部分の外縁部を基板によって支持された構造の薄膜圧電振動子が研究、開発されている。

このような圧電薄膜を利用した振動子は振動部分を薄くできるので、100MHz以上の高周波帯においても基本振動を使用することができ、従って広帯域フィルタ及び制御範囲の広い発振器を実現することができる。

以上述べた従来の圧電薄膜を利用した高周波厚み振動子の構造を第1図(i)、(ii)に示す。第1図(i)

に行なうことができ、かつ製造工程の簡略化ができる優れた薄膜圧電振動子を実現することを目的とする。

すなわち本発明の薄膜圧電振動子は基板上の厚み方向に半導体あるいは絶縁体の薄膜、浮遊部分電極、圧電薄膜の順で形成され、また該圧電薄膜を介して浮遊部分電極に対応する位置に2つの部分電極が形成され、これら2つの部分電極からそれぞれ電気端子が引き出されており、さらに前記基板中の浮遊部分電極に対応する部分が除去された構造を有している。

以下、本発明について詳細に説明する。第2図は、本発明の薄膜圧電振動子の基本的構造を示す。第2図において、21はシリコン、水晶などのエッチング可能な基板であり、22はエッチングによって基板21に設けられた空孔である。例えば基板21として表面が(100)面であるシリコンを用いた場合、水酸化カリウム、エチレンジアミンのようなエッチング液を用いれば、(100)面のエッチング速度に対して(111)面のエッチング速度

は平面図、同図(ii)は断面図である。第1図に於いて11は基板、12はエッチングによって基板に形成した空孔である。13はシリコン、酸化物、窒化物、金属などからなる薄膜、14は圧電薄膜、15、16は圧電薄膜の両面に対向して設けた電極である。しかし、このような構造を有する振動子では、100MHz以上の高周波帯において、基本厚み振動モードで動作させることができるが、製造上、良好な共振応答を得るために、上側電極15と下側電極16とが重なる面積を十分大きくする必要があり、そのために振動子のインピーダンスが小さくなりすぎ、しばしば外部回路とのインピーダンス整合において不都合が生じるおそれがあった。また、振動子の構造上、下側電極16から電気端子を取り出すさい、あらかじめ圧電薄膜の電気端子に対応する部分をエッチングにより除去してやる必要があり、振動子の製造上大きな障害となっていた。

本発明は、上記のような従来の薄膜圧電振動子に比べ、外部回路とのインピーダンス整合を容易

が極めて小さいというエッチングの異方性を示すことにより、(111)面方向へのエッチングの速さが極めて小さく、従って精度良く空孔の寸法を制御することができて好都合である。また、23は半導体あるいは絶縁体からなる薄膜である。例えば薄膜23としては、熱酸化によりシリコン表面に形成した酸化シリコン、又はCVD法により形成した窒化シリコンであっても良いし、シリコン基板にホウ素の拡散、イオン注入、またはエピタキシャル成長させることによりホウ素を高濃度を含むシリコン薄膜の上に酸化シリコンを形成したものであっても良い。酸化シリコンやホウ素を高濃度にドーブしたシリコンは、水酸化カリウムやエチレンジアミンのようなエッチング液には、ほとんどエッチングされないことが知られており、薄膜23の厚さを精密に制御することができる。24は圧電薄膜である。例えば圧電薄膜として酸化亜鉛、窒化アルミニウムが知られており、共にスパッタ法又はCVD法等により形成が可能である。また、25は薄膜23上に設けられた浮遊部分

電極、26、27は、浮遊電極に対向して圧電薄膜23上に設けられた部分電極である。いま、部分電極26、27から電気信号をとり電氣的に共振すると、この振動子は、左側の電極26と電極25の重なり合った部分が厚み方向に伸びると、右側の電極27と電極25の重なり合った部分が厚み方向に縮むといった振動を行う。本発明の振動子では構造上、第1図に示した従来の振動子と比較して、圧電薄膜の上下面に対向して設けられた電極の重なる面積が同じ場合、振動子のインピーダンスは4倍程度大きくなるため、高周波で動作させるときに外部回路とのインピーダンス整合において有利となる。また、入出力電極26、27がともに圧電薄膜24の上面に設けられているため、従来の振動子と比べ電気信号をとり出すための工程が必要でなく、製造工程の簡略化が可能な優れた振動子を供給することができる。

また、第2図に示した本発明の薄膜圧電振動子は、周波数調整及び圧電薄膜の保護のため、第3図に示したように電極26、27の上に絶縁薄膜

薄膜41をスパッタ法で形成し、同時に共振周波数をモニターしながら周波数調整を行った。このときも、共振周波数500MHzにおいて共振尖鋭度3000以上の値が得られた。

本発明の薄膜圧電振動子は、従来の第1図に示した薄膜圧電振動子に比べ、インピーダンスが4倍以上になっているため外部回路とのインピーダンス整合が容易でありまた入出力電極が同一平面上にあるため製造が容易であり、高周波帯において、高性能を有し、工業的価値も多大である。

#### 図面の簡単な説明

第1図は従来の薄膜圧電振動子の構造を示す図であり、(f)はその平面図、(s)はその断面図である。

第2図は、本発明の薄膜圧電振動子の構造を示す図であり、(f)はその平面図、(s)はその断面図である。

第3図は、第2図に示した本発明の薄膜圧電振動子の表面に絶縁薄膜を設けた構造を示す断面図である。以上の図において、

41を設けることも可能である。

以下、実施例に従って本発明について説明する。  
実施例

第2図に示した構造において表面が(100)面であるシリコン基板21にスパッタ法を用いて0.75 $\mu$ mのSiO<sub>2</sub>薄膜23を形成した。SiO<sub>2</sub>薄膜23上にCrを下地としてAuを蒸着した浮遊電極25を設け、その上にスパッタ法を用いて厚さ5 $\mu$ mのZnO圧電薄膜24を形成した。さらにZnO薄膜24の上にリフトオフによってAlの部分電極26、27を形成した。次に、シリコン基板の裏面に形成したSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>薄膜をマスクとして振動部位にあたるシリコン基板をKOH水溶液を用いてエッチングし空孔22を形成し、第2図の構造の薄膜圧電振動子を製造した。

この振動子の基本共振周波数は530MHzであり、共振尖鋭度は3000以上の値が容易に得られ、良好な共振応答を示した。

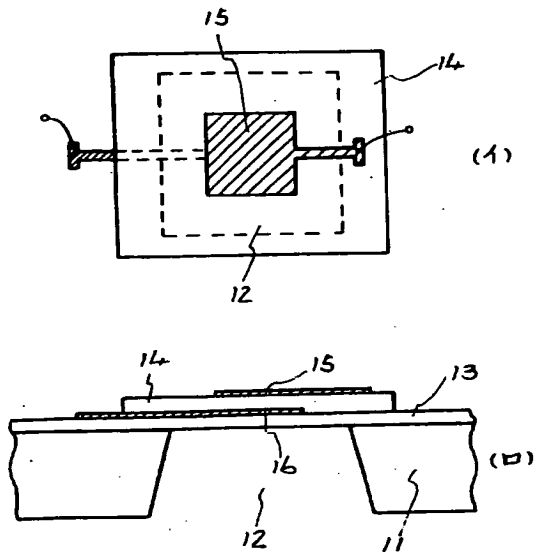
次に、500MHzの共振応答を得るため、電極26、27の上面に、第4図に示したようにSiO<sub>2</sub>

11、21は基板、12、22は基板に設けられた空孔、13は半導体あるいは絶縁体あるいは金属からなる薄膜、14、24は圧電薄膜、15、16、25、26、27は電極、23は半導体あるいは絶縁体からなる薄膜、41は絶縁薄膜である。

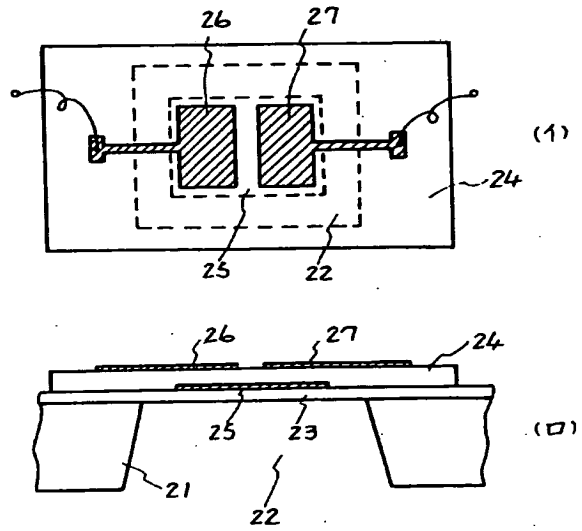
代理人 弁護士 内原



第 1 図



第 2 図



第 3 図

